

JENS SOENTGEN

DIE KULTURGESCHICHTE DES STAUBES

Staub begleitet den Menschen seit Anbeginn. Davon legen die Familiennamen ein beredtes Zeugnis ab. Stuyvesant, der Familienname des ersten Bürgermeisters von New York, bezeichnet einen flotten Reiter, „der Sand aufstäubt“. Und Stoiber, der Name des bayerischen Ministerpräsidenten, bezeichnet laut Familiennamen-Duden einen „unruhigen Menschen, der Staub aufwirbelt“. Und nicht nur jeder einzelne, auch jede Kultur hat eine besondere Beziehung zum Staub.

Im Judentum und später auch im Christentum war der Staub vielfach nur ein *memento mori*, er galt als eine Aussaat der Gräber, die Erinnerung an die Nichtigkeit allen irdischen Daseins. Vom Staub, so lesen wir etwa im Buch *Kohélet*, sind Mensch und Tier genommen, zum Staub kehren sie wieder zurück. Zum Zeichen der Trauer streute man sich Staub oder Asche über Haupt und Gesicht – eine Sitte, die bereits bei den Ägyptern belegt ist. Staub war, vielleicht wegen seiner lästigen Allgegenwart in den ariden Zonen, ein Symbol für das Verächtlichste, das man sich denken konnte. Zugleich hatte der Staub Teil an umfangreichen Systemen der Berührungsmagie. Dem Staub vom Altar hat man dabei eine besonders dämonische Wirkung zugeschrieben. Er wurde, wie im vierten Buch des Mose zu lesen ist, zusammen mit einem Glas Wasser Frauen verabreicht, die von ihren eifersüchtigen Ehemännern der Untreue verdächtigt wurden. Der Staub sollte, im Falle, dass die Ehefrau schuldig wäre, in ihrem Leib grausige Veränderungen anrichten.

Die Griechen hatten ein eher spielerisches Verhältnis zum Staub – er gehörte nicht nur unvermeidlich zum Alltagsleben dazu, sondern war zugleich auch ein nützlicher, sogar ein gesuchter Stoff. Die Gymnasien hatten einen eigenen Bezirk, das *Konisterion*, welches mit feinem Staubsand bedeckt war – hier wurde gerungen. Der staubige Boden war für das Ringen unerlässlich, da man auf eine weiche

Unterlage bedacht sein musste. Zugleich war der Staub auch erforderlich, um den geölten Gliedern die Glätte zu nehmen und einen festen Griff zu ermöglichen. Bisweilen bewarfen sich die Gegner absichtlich mit Staubsand. Später erlangte dieser auch eine hohe Bedeutung für Hygiene und Ernährung. Bei verschiedenen Krankheiten verordneten die Ärzte Stäube, die teils einzunehmen, teils auf den Körper aufzustreuen waren. Und ebenso, wie zum Salben das feinste und kostbarste Öl genommen wurde, so suchte man auch die feinste Sorte Staub zu beschaffen. Man fand sie in Ägypten. Schon die Generale Alexanders des Großen (356–323 v. Chr.) führten ägyptischen Staubsand auf ihren Zügen mit, solcher spezieller Staub war ein regelrechter Luxusartikel. Sueton (ca. 70–140 n. Chr.) berichtet von einer Empörung, die in Alexandria sich Bahn brach, als mitten in einer Hungersnot die Ankunft eines Schiffes mit einer Ladung feinsten Staubsandes für die Hofringkämpfer gemeldet wurde.

Was gegenüber früheren Zeiten für die unsere in Bezug auf den Staub charakteristisch ist sind vor allem drei Punkte: Zum einen wird Staub verstärkt als Umweltfaktor wahrgenommen, zum anderen gibt es neue Möglichkeiten, staubfeine Teilchen zu analysieren und herzustellen, und drittens ist, damit zusammenhängend, ein verstärktes kognitives Interesse am Thema Staub wahrnehmbar, das dazu geführt hat, dass Staub auch physikalisch als ein eigenes Phänomen wahrgenommen wird.

STAUB ALS UMWELTFAKTOR

Zwar hat es immer schon Staub gegeben und immer schon wird er bisweilen als lästig empfunden worden sein – doch die modernen, städtischen Kulturen bringen es mit sich, dass neben dem Staub, der natürlicherweise niedergeht, auch noch der sogenannte anthropogene Staub hinzukommt. Der Staub, den der Nachbar erzeugt hat oder „die Industrie“. Warum weckt der Staub solche Ängste? Ein wichtiges Kennzeichen des Staubes ist seine hohe Mobilität. Kieselsteine brauchen lange Zeit, um einen Kilometer weiter zu rollen, ein Staubteilchen kann diese Strecke in wenigen Sekunden zurücklegen. In der Mobilität liegt die Bedrohung, die vom Staub ausgeht. Staub kommt überall hin, durch Ritzen hindurch, durchs Schlüsselloch. Das ist besonders dann kritisch, wenn er giftig ist, wie es zum Beispiel beim radioaktiven Staub der Fall ist. Lungengängiger Feinstaub gelangt bis in die hintersten Alveolen und von dort in die Blutbahn.

Nie zuvor in der Geschichte wurde soviel Staub von Menschen in die Atmosphäre gewirbelt wie in unseren Tagen. Bei allen industriellen Prozessen, bei Bautätigkeit, beim Bergbau, durch den Schienenverkehr oder den Kraftfahrzeugverkehr – entsteht Staub. Dass dieser Staub eine gesundheitliche Relevanz hat, wurde erst mit den Anfängen der Arbeitsmedizin im späten 19. Jahrhundert bekannt. Zur selben Zeit taucht auch das Lemma „Staublunge“ in den Lexika auf. Von dieser unterschied man bald verschiedene Varianten, je nachdem, ob sie auf Kohlestaub, Kalkstaub oder Glasstaub zurückzuführen war. Zuvor gab es, wie es scheint, keine konkrete Krankheitsdefinition, man sprach vielmehr mit Blick auf bestimmte Erkrankungen der Bergarbeiter unspezifisch von „Bergsucht“.

Erst mit der Asbeststaubthematik wurde aus der arbeitsmedizinischen Diskussion um gesundheitsschädliche Wirkungen bestimmter Stäube ein öffentliches Thema. Denn der Asbeststaub betraf, wie sich herausstellte, nicht nur einzelne Berufsgruppen, sondern potentiell jeden, weil Asbest als Zusatzstoff in vielen Baustoffen enthalten war und damit auch in der Luft zahlreicher Gebäude nachgewiesen werden konnte. Daher wurde Asbest zu *dem* Modell für schädlichen Staub, das sich tief in das kulturelle Gedächtnis eingepägt hat. Noch in den gegenwärtigen Diskussionen um die möglichen gesundheitlichen Risiken nanoskaliger Materialien lässt sich implizit oder explizit immer die Asbest-Analogie nachweisen. So werden zum Beispiel Kohlenstoff-Nanotubes oft mit Asbest verglichen, da beide Materialien wie Nadeln wirken.

Seit 1994 ist die Herstellung und Verwendung von Asbest in Deutschland vollständig verboten. Etwas früher, nämlich in den siebziger Jahren, setzten auch energische politische Maßnahmen zur Reduktion von Staubemissionen aus Feuerungs- und Industrieanlagen ein. Der Einbau von Staubabscheidern, besonders auch von Elektroabscheidern in den Anlagen der Eisenhütten- und Stahlindustrie und in Kohlekraftwerke, zeitigte bemerkenswerte Erfolge: die Schwebstaubbelastung in vielen europäischen Städten ist in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen.

Neben dem menschgemachten Staub findet der natürlich vorkommende viel weniger Beachtung, vermutlich deshalb, weil er nicht zum Gegenstand politischer Regelungen und entsprechender Machtkämpfe gemacht werden kann. Dabei macht der natürliche Staub immer noch den Hauptanteil der globalen Staubproduktion aus, auch

wenn die Schätzungen der Experten bei der genauen Bezifferung des Anteils auseinandergehen: er dürfte zwischen 80 und 90 Prozent betragen. Der natürlich vorkommende Staub hat keineswegs nur negative Aspekte. Der Blütenstaub etwa ist für den Fortbestand der Pflanzenwelt unerlässlich. Auch der mineralische Staub, der vom Boden aufgewirbelt wird, hat eine ökologische Funktion. Durch die Staubverwehungen aus der Sahara zum Beispiel werden die Ozeane mit Eisen versorgt, das für die Bildung von Plankton unerlässlich ist. Zugleich spielt das in den Stäuben enthaltene Phosphat eine wichtige Rolle im Ökosystem des Amazonasregenswaldes. Denn bis dorthin werden die Saharastäube verweht.

STAUBBEOBACHTUNG UND STAUBBEARBEITUNG

Staub ist mehrfach in der Wissenschaft zu einem wichtigen Thema aufgestiegen – und jedesmal war diese Karriere geknüpft an Fortschritte in den Beobachtungstechnologien. So führten die ersten Mikroskopierversuche im 17. und 18. Jahrhundert zu einer ersten Begeisterung für das Winzige.

Im Staub eröffnen sich Welten, so wurde damals erstmals deutlich. Diese hat niemand so emphatisch wie Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716), der Zeitgenosse der ersten Mikroskopierversuche, besungen: *Alles* ist belebt, so lehrt Leibniz in seiner *Monadologie*, jedes noch so kleine Materieteilchen ist ein „Garten voller Pflanzen und ein Teich voller Fische“. An Johann Bernoulli (1667–1748), den Basler Mathematiker, schrieb Leibniz, er sei überzeugt, dass noch im kleinsten Stäubchen Welten enthalten seien, die der unseren an Schönheit und Vielfalt nicht nachstehen. Und im Tod, so schreibt Leibniz, der aus jedem Gedanken eine optimistische Pointe ziehen konnte, vollziehen die Lebewesen den Übergang in solche Welten. Dass im Winzigen möglicherweise auch tödliche Gefahren lauern könnten, zieht der Gelehrte nicht in Betracht.

Stattdessen zog er eine erkenntnistheoretische Konsequenz: So sei die Auffassung kompakter Dinge mit einer stabilen Oberfläche, die uns im Alltag leitet, eine Illusion. Vielmehr sei jedes Ding, das wir sehen, einem Schwarm vergleichbar, von dem in jedem Augenblick feine Teilchen hinwegfliegen und zu dem sich in jedem Augenblick auch neue Teilchen hinzugesellen.

Erst im 19. Jahrhundert begann man systematisch mit der mikroskopischen Erforschung des luftgetragenen Staubes – und entdeckte

einen fliegenden Zoo von Lebewesen, Keimen und Pollen. Dieser wurde bereits 1848 von dem Berliner Biologen Christian Gottfried Ehrenberg (1795–1876) beschrieben. Ehrenberg war der wohl berühmteste Mikroskopiefachmann seiner Zeit – und er hatte sich von Forschungsreisenden aus aller Welt Staubproben zusenden lassen, die er unterm Mikroskop untersuchte. Auch Darwin schickte ihm Staubproben, die er während seiner Forschungsreisen an Bord seines Schiffes „Beagle“ gesammelt hatte. Aus den in diesem Staub enthaltenen Mikroorganismen konnte Ehrenberg auf die Herkunftsregionen der Stäube schließen und bemerkte, dass diese zum Teil sehr weit durch die Luft segelten. Nebenbei entzauberte er einen uralten Mythos: die Legende vom Blutregen. Ehrenberg erkannte, dass der rätselhafte „Blutige Regen“, der, wie Ehrenberg anhand zahlreicher Quellen nachweist, auf viele historische Ereignisse Einfluss hatte, allesamt auf roten Staub, der aus der Atmosphäre ausgewaschen wird, zurückzuführen seien. Doch war diese bedeutende Entdeckung, die er durch umfangreiche historische Studien ergänzte, gleichsam nur ein Nebeneffekt seiner intensiven Beschäftigung mit den luftgetragenen Organismen. Ihrem „großen, organischen, unsichtbaren Wirken und Leben“ galt seine ganze Leidenschaft.

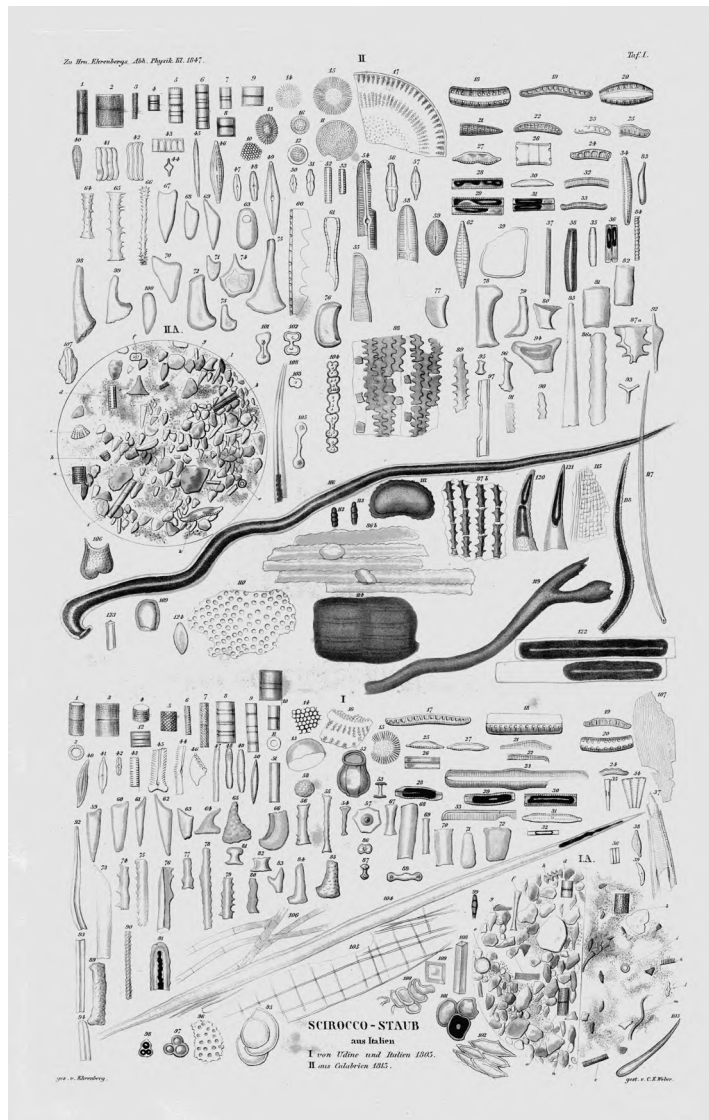
Die gesundheitliche Relevanz dieses organischen Staubes scheint erst durch den britischen Physiker John Tyndall (1820–1893) in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts systematisch untersucht worden zu sein. Tyndall hatte bemerkt, dass auch Luft, die keinen mit dem bloßen Auge erkennbaren Staub mehr enthält, noch Lichtstrahlen streut. Daraus folgerte er, dass auch in dieser Luft noch feine Schwebeteilchen enthalten sein müssen. Da Tyndall über die Keimtheorie des französischen Mediziners Louis Pasteur, gut informiert war, schloss er, dass über diese feinen Schwebeteilchen Krankheiten übertragen werden. Er konnte zeigen, dass in „optisch reiner Luft“, also in Luft, welche keine Schwebeteilchen enthält, Fleischbrühe aufbewahrt werden kann, ohne zu verfaulen. Wurde dieselbe Brühe normaler, staubiger Luft ausgesetzt, war sie bald voll mit Bakterien und Pilzen. Diese Experimente hatten natürlich unmittelbare Konsequenzen für die Hygiene, welche von Tyndall auch sofort gesehen wurden. Der umtriebige Physiker konstruierte Filteranlagen, die alle Schwebeteilchen aus der Luft herausfiltern und deren Einsatz er besonders den Ärzten empfahl. Tyndall nahm auch die erste Messung des Staubgehaltes der Luft in London vor. Heute noch funktionieren viele Staub-

messgeräte, die etwa von Umweltämtern verwendet werden, auf ähnliche Art und Weise, wie jene ersten, die Tyndall einsetzte.

Den nächsten qualitativen Sprung in der Erforschung staubfeiner Partikel brachte die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops durch Heinrich Rohrer (*1933) und Gerd Binnig (*1947) in den 80 Jahren des 20. Jahrhunderts. Dieses Instrument ermöglicht es, Oberflächenkarten von sehr kleinen Partikeln anzufertigen, die an Genauigkeit jedes lichtmikroskopische Bild weit übertreffen. Sogar atomare Strukturen von wenigen Milliardstel Metern – also Nanometern – können heute kartiert werden. Durch die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops können heute sehr kleine Partikel nicht nur präziser charakterisiert, sie können auch einzeln bearbeitet und sozusagen geformt werden. Neue mikrotechnologische Verfahren erlauben einen präzisen Zugriff auch auf winzigste Strukturen.

Moderne Staubbeforscher sind in der Lage, aus den Eigenschaften und Umgebungen winziger Partikel weitreichende Schlüsse zu ziehen. Kriminalisten vermögen staubfeine Spuren, die am Tatort gesichert wurden, zur Aufklärung von Verbrechen zu nutzen. Wenige Milligramm Material erzählen ihnen Geschichten. Nicht minder virtuos in der Entzifferung des scheinbar Zerstorten sind Planetologen, die aus Teilchen, die gar nicht mehr sichtbar sind und die in der Stratosphäre mit hohem Aufwand gesammelt werden, Informationen über den Urzustand des Weltalls herauslesen. Für Pollenforscher, die sich mit fossilem Staub befassen, entstehen aus den Körnchen, die sie in Mooren sichern, ganze Bilder vergangener Landschaften.

Mit der Entfaltung der Möglichkeiten, Stäube zu analysieren, geht auch die Entfaltung der Techniken, Stäube herzustellen, einher. Das Mahlen ist auch heute noch die mengenmäßig wichtigste Technologie, doch gibt es zahlreiche neuartige Techniken, winzige Teilchen präparativ darzustellen, sei es auf dem wässrigen Weg oder auch durch Verbrennungsprozesse. Man nimmt sich hier gewissermaßen ein Vorbild an der Natur, die ihre Stäube ebenfalls nicht nur durch Verwitterung, sondern durch Prozesse in allen vier Elementen entstehen läßt: Aus dem Feuer (Asche und Rußpartikel), aus der Erde (mineralischer Staub), aus dem Wasser (Salz aus der Windgisch) und auch aus der Luft, wo sich Staubpartikel durch chemische Reaktionen gasiger Bestandteile bilden können. Durch Steuerung der Präparationstechniken können die entstehenden Teilchen in ihren Eigenschaften sehr genau ausgeformt werden. Diese Präparations-





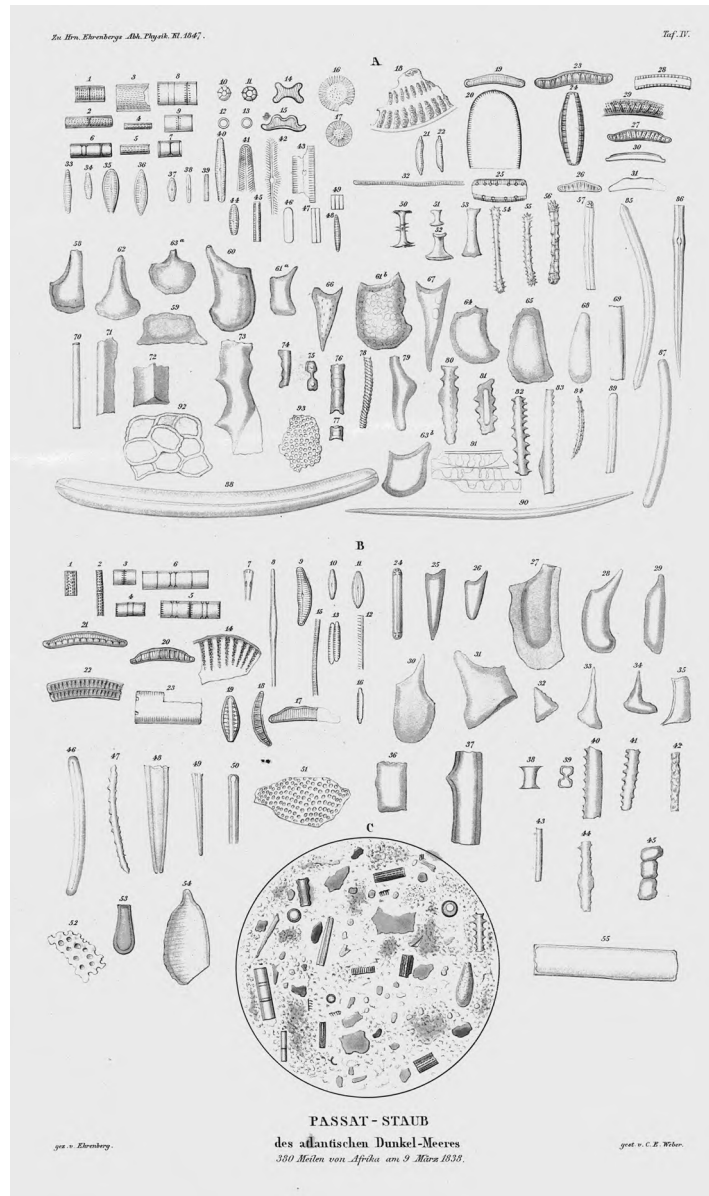


techniken machen einen wichtigen Teil dessen aus, was heute mit dem summarischen Titel Nanotechnologie benannt wird.

Von der Nanotechnologie sagen insbesondere viele Chemiker, dass sie inhaltlich eigentlich viel Altbekanntes enthalte, dem lediglich ein neuer Name gegeben werde. Chemiker seien seit langem gewöhnt, nanoskalige Strukturen präzise herzustellen und präparativ zu gewinnen. Bereits im Mittelalter seien nanoskalige Modifikationen von Stoffen, zum Beispiel das purpurfarbene Goldpigment in Glasfenstern, eingesetzt worden. Nanoskalige Rußpartikel seien schon von den alten Chinesen durch Verbrennung bestimmter Fette hergestellt worden. In der Tat war im Bereich der nanoskaligen Verfahren die Praxis der Theorie an vielen Stellen voraus. Eine gar nicht seltene Situation, die ähnlich auch in der Biotechnologie vorlag: Die Menschen wussten seit Jahrtausenden, wie man Bier braut oder Wein herstellt – jedoch erst im 19. Jahrhundert, mithilfe entwickelter Mikroskopietechnik, entdeckten sie, dass bei diesen Prozessen Mikroorganismen die Hauptrolle spielten. Erst damit war der Weg frei für ein systematisches Verständnis der „Gärungsprozesse“ und damit auch für die systematische Weiterentwicklung der Technologie, die bald zur Entstehung neuer Industrien führte. Ähnlich gestatten es neue Analyse- und Beobachtungsverfahren, in erster Linie wohl das Rastertunnelmikroskop, nanoskalige Prozesse genauer zu beobachten und zu verstehen, die vielleicht schon seit langem bekannt, jedoch bislang nicht richtig erkannt waren.

STAUB ALS PHÄNOMEN

Was ist überhaupt Staub? Die älteste Definition stammt von Isidor von Sevilla (ca.560–636), dem heiligen Kirchenlehrer und (seit 2001) Patron des Internets. Sie findet sich in seinem *Etymologiarium*: „Pulvis dictus quod vi venti pellatur“, sagt er da im Kapitel über die Steine und die Metalle und beeilt sich gleich, eine Bibelstelle (Psalm 1,4) als Beleg anzugeben. Die Definition ist rein phänomenologisch: Staub ist das, was vom Wind bewegt werden kann. So lernten es die Studenten bis weit ins Mittelalter, denn das Werk des Isidor genoss jahrhundertlang höchste Autorität. Ein heutiger Leser wird möglicherweise mit der Definition Probleme haben. Denn natürlich können alle möglichen kleinen Teile vom Wind bewegt werden. Da Staub je nach Herkunft und je nach Bearbeitung sehr unterschiedlich ausfallen kann, liegt der Gedanke nahe, dass es „an sich“ überhaupt kei-



nen Staub gebe, Staub sei nur ein Sammelbegriff für sehr kleine Partikel. Natürlich haben die einzelnen Staubpartikel je nach Herkunft und Zusammensetzung unterschiedliche Eigenschaften. Doch alle diese Teilchen haben etwas Besonderes: Ihre Oberfläche ist nämlich sehr groß im Verhältnis zu ihrer Masse. Dieses Verhältnis bestimmt das Verhalten staubfeiner Teilchen so grundlegend, dass es berechtigt erscheint, sie alle mit dem summarischen Titel Staub anzusprechen. Denn die Größe eines Teilchens ist nicht etwas bloß Relatives. Sie hat vielmehr physikalische Bedeutung – große Teilchen verhalten sich grundsätzlich anders als sehr kleine, aus welchen Stoffen auch immer sie zusammengesetzt sein mögen. Der heilige Isidor mag es geahnt haben.

Das Zerkleinern einer Substanz in kleine und kleinste Partikel ist nicht nur ein mechanischer Vorgang, sondern verändert auch Eigenschaften des Stoffes. Diese Veränderungen gehen nicht soweit, dass geradezu eine Stoffumwandlung stattfindet. In vielen Fällen scheint es jedoch sinnvoll zu sein, von nanoskaligen Modifikationen eines Stoffes zu sprechen. Die Quantität erweist sich als Qualität, und zwar noch bevor diejenigen Größenordnungen erreicht sind, in denen die Gesetze der Quantenmechanik sich bemerkbar machen.

Als Analogie, um das Verhalten sehr kleiner Partikel zu verstehen, kann ein Vergleich der makroskopischen Welt mit dem Reich der Insekten dienen. Die in unserem Leben dominierende physikalische Kraft ist die Schwerkraft. Sie formt unsere Knochen, gibt das Volumen der Muskeln vor, leitet unsere Bewegungen, bestimmt über den Grundriss der Häuser und den Aufbau der Maschinen. Dies alles ändert sich bei den „winzigen“ Insekten. Im Gegensatz zu uns haben sie eine große Körperoberfläche im Vergleich zur Masse. In ihrer Welt muss sich die Schwerkraft den Oberflächenkräften unterordnen, die in unserer Welt eine weniger große Rolle spielen. Daher ist es möglich, dass Insekten problemlos an Wänden entlanggehen. Wenn ein Insekt aus großer Höhe herabfällt, landet es weich. Der Luftwiderstand dient ihm als Puffer. Die Oberflächenspannung des Wassers macht es möglich, dass Insekten darauf wie auf einer elastischen Membran gehen. Weil in der Insektenwelt die Oberfläche alles ist, sind auch die Organismen anders gebaut. Sie verfügen über andere Antriebssysteme und andere Stützsysteme. Nicht umsonst studieren Mikro- und Nanotechniker eher die winzigen Lebewesen als die großen, um auf neue Ideen für Mikrokonstruktionen zu kommen.

Zur Erforschung des Staubes haben fast alle Naturwissenschaften beigetragen, auch wenn die Physiker und die Chemiker oft der Meinung sind, dass alles Wesentliche von ihnen erkannt wurde. Jedoch ist gerade im Bereich der Erforschung des Verhaltens kleiner Partikel der Beitrag der Biologen entscheidend. Dass sich die Biologen für das Winzige interessieren, hängt damit zusammen, dass die bei weitem meisten Lebewesen kleiner als ein Millimeter sind. Es ist daher kein Zufall, dass zwei der wichtigsten nanoskaligen Phänomene von Biologen entdeckt wurden. Zum einen die Brownsche Bewegung, die von dem schottischen Botaniker Robert Brown (1773–1858) 1827 beim Mikroskopieren von Pollenkörnern entdeckt wurde. Dabei handelt es sich um die diskontinuierliche, „eckige“ Bewegung von Pollenkörnern oder anderen sehr kleinen Partikeln in der Luft oder im Wasser, die mit steigender Temperatur zunimmt und auf Atomstöße zurückgeführt werden kann. Ein weiterer Botaniker ist Wilhelm Barthlott (*1946), der schon in den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts den Lotos-Effekt entdeckte, jene nanoskalige Ausprägung von Oberflächenstrukturen, die dazu führt, dass bei der Lotospflanze und bei einigen anderen Pflanzen Wasser und Schmutz nicht an der Oberfläche haften, sondern abperlen.

Kann man von „der“ Staubbeforschung sprechen? In vielen Disziplinen wird über den Staub geforscht. Doch die Interessenrichtungen und auch die Methoden sind vielfältig. In manchen Zusammenhängen begegnet man einem Komplex, den ich als mikroarchäologisches Paradigma bezeichnen möchte. Ähnlich wie ein Archäologe aus einem Haufen von Splittern und Scherben, die er in einem bestimmten Umfeld und zu einer bestimmten Zeit gefunden hat, einen vergangenen Lebenszusammenhang oder gar eine ganze Epoche rekonstruiert, lesen Kriminalisten, Geographen oder Ökologen aus den an einem bestimmten Ort aufgefangenen Partikeln Geschichten heraus und rekonstruieren vergangene Zustände. Oft geht es also nicht um den Mikrokosmos an sich, sondern um seine Funktion als Spiegel des Makrokosmos.

STAUB UND KOSMOS – EIN PHILOSOPHISCHER TOPOS

Ein schwebendes Teilchen, das man nur unter besonderen Lichtbedingungen, etwa wenn ein Lichtstrahl in ein sonst dunkles Zimmer fällt, erblickt, markiert die äußerste Grenze dessen, was gerade noch wahrnehmbar ist. Es hat keine klar erkennbare Gestalt, lässt sich kaum er-

tasten, erhebt sich beim leisesten Luftzug und segelt davon. Staub ist das labilste, unklarste und in gewisser Weise auch das niedrigste materielle Sein, das sich denken lässt. Staub ist ein Gemisch von ungewisser Herkunft, ein Bastard. Diese allgemein übliche Abwertung lädt natürlich ein zu einer Umkehrung. Tatsächlich setzen auch die meisten philosophischen Erörterungen des Staubes dieses kleinste und unwürdigste Sein in Beziehung zum größten und erhabensten: zum Weltall.

So lehrt eine Spekulation, die bereits angesprochen wurde, dass auch im Staubkorn, dem kleinsten kosmischen Sinnending, auf zusammengezogene Weise das All gespiegelt sei. Diese Idee hat eine lange Tradition, die auf Nikolaus Cusanus (1401–1464) zurückgeht. Für ihn hängt alles mit allem zusammen, alles ist mit allem verbunden, deshalb kann der augenblickliche Zustand der Welt abgelesen werden an jeder noch so kleinen Einzelheit in der Welt: *omnia in omnibus*. Noch Albert Einstein (1879–1955) steht in dieser Tradition, wenn er in einem berühmten Satz in einem Interview erklärt, dass einer, der das Geschehen in einem Sandkorn vollständig wissenschaftlich beherrscht, im selben Moment auch die allgemeinsten Gesetze des Universums erkannt habe. Denn das eine sei nur möglich auf Grundlage des anderen.

Beliebt ist auch die Vorstellung, dass im einzelnen Staubkorn Welten verborgen sind. Eine Idee, die vor allem, wie wir bereits sahen, Leibniz mit schönen Worten ausgemalt hat. Auch sein Briefpartner, der Basler Mathematiker Johann Bernoulli, sann den winzigen Welten gerne nach: „Weshalb hätte Gott nur die Art von Größen, die unsere Objekte ausmachen und unserem Verstand entsprechen erschaffen sollen – während sich doch leicht denken lässt, dass in dem kleinsten Stäubchen eine Welt existieren kann, in der alles dieser großen Welt entsprechend angeordnet ist, und dass umgekehrt unsere Welt nichts anderes ist, als ein Stäubchen einer anderen, unendlich größeren.“

Dass in diesem Motiv der Stoff für eine echte Story steckt, ist erst einem viel späteren Schriftsteller aufgefallen: Der britische Autor Terry Pratchett (*1948) geht in seinem 1971 erschienenen Roman *The carpet people* von der Imagination einer Stadt aus, die sich irgendwo in einem Teppich befindet und nicht größer als ein Punkt ist. Was in dieser Stadt geschieht, ähnelt aber nicht allzu sehr jener besten aller möglichen Welten, an die Leibniz und manche seiner frommen Zeitgenossen gerne dachte. Vielmehr handelt es sich um eine Räuberpistole mit Krieg, Mord und Totschlag, in der auch der Staubsauger, als unwillkommene Verbindung von Mikro- und Makrowelt eine wichtige Rolle spielt.

Ein letztes Gedankenmotiv, das ich hier anführen möchte, geht aus von der Frage nach der Herkunft des Staubes. Staub, wo auch immer wir ihn finden, ist ein Gemisch. Wo kommen seine einzelnen Bestandteile her? Der Arzt, Philosoph und Magier Paracelsus (1493–1541) ist, soweit ich sehen kann, der erste, der dieses Motiv in einen kosmischen Zusammenhang stellt. Der Mensch, so sagt er in seiner *Astronomia Magna*, ist nach dem biblischen Bericht von Gott geschaffen worden, nachdem Himmel und Erde, Tiere und Pflanzen geschaffen wurden. Nachdem Gott die ganze übrige Welt kreiert hatte, erschuf er den Menschen aus Schmutz, Pulver und Staub: aus dem *limus terrae*. Wie versteht aber Paracelsus diesen *limus terrae*, diesen „Schmutz der Erde“?: „*limus terrae* ist ein auszug vom firmament und allen elementen, das ist (...) von allen corporibus und creatis.“ So sind alle Körper und alle Geschöpfe, Sterne und Elemente in das Material, aus dem der Mensch gemacht ist, eingegangen: „derselbig staub ist *limus terrae* und *limus terrae* ist *maior mundus*. Und also ist der mensch gemacht aus himel und erden, das ist aus den obern und undern geschöpfen.“ Das Material, aus dem Gott den Menschen schuf, ist kosmisch tingiert. Der Staub, der die ganze Schöpfung versteckt enthält, ist ein universaler Stoff. Daraus ergibt sich für Paracelsus, dass für ein Verständnis des Menschen nicht nur irdische, sondern auch kosmische Kompetenz erforderlich ist. Alles, auch die entferntesten Gestirne, kann einen Einfluss auf den Menschen haben. Deshalb muss sich der Arzt nicht nur mit Kräutern und Tieren, Mineralien und Elementen, sondern auch mit der Astronomie auskennen.

Über Paracelsus ist das Motiv des universalen Staubes, aus dem der Mensch gemacht ist, in die weit verzweigte alchemistische Literatur eingegangen – und erlosch vorerst mit dem Ende der Alchemie. Es tauchte aber, wie in einer magischen Auferstehung, bei einem Schriftsteller des 20. Jahrhunderts wieder auf: bei Ernesto Cardenal (*1925). Immer wieder kommt der Dichter in seinen Psalmen und Gedichten auf den kosmischen Ursprung des Menschen zurück. So schreibt er im 37. Gesang seines *Cantico Cósmico*: „Aus dem Staub von Sternen gemacht, die explodierten, werden wir wieder Sterne und Planeten sein, einmal.“ Aus dem Staub, dem scheinbar niedrigsten aller materiellen Dinge, wird hier eine Brücke zum Weltall. Eine schöne Imagination! Die sogar in der modernen Astrophysik keineswegs von der Hand gewiesen wird. Denn nicht nur rieselt, wie in einem der folgenden Beiträge noch genauer dargelegt werden wird, beständig kosmischer

Staub auf die Erde nieder. Die ganze Erde kann als eine Station im kosmischen Materiekreislauf angesehen werden. Die Atome und Moleküle, aus denen unser Körper aufgebaut ist, existierten in der Geburtsstunde des Kosmos noch nicht, sondern sind erst im Laufe von Jahrmilliarden im Innern bestimmter Sterne wie in einem Backofen generiert worden. Diese Sterne explodierten dann, wie der Dichter schreibt und schleuderten jenen Staub und jene Trümmer ins Weltall, aus denen schließlich unser Sonnensystem und dann auch die Erde entstanden sind. So hat jener *limus terrae*, der Schmutz der Erde, den der Wind vor sich hertreibt, tatsächlich eine kosmische Herkunft.

LITERATUR

- AMBERGER-Lahrmann, Mechthild, Schmäh, Dietrich: Gifte. Geschichte der Toxikologie. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo 1988.
- GASTON Bachelard: Les Intuitions atomistiques – Essai de classification. Paris 1933, insb. S. 19–40: La Métaphysique De La PoussiÈre.
- Blome, Hans-Joachim und Harald Zaun: Der Urknall. Anfang und Zukunft des Universums. München 2004.
- BUCHER, Paul: Tiere als Mikrobenzüchter. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960.
- BÜTTNER, Jan Ulrich: Asbest in der Vormoderne. Vom Mythos zur Wissenschaft. Münster, New York, München, Berlin 2004.
- Cardenal, Ernesto: Cántico Cósmico. Madrid 2002.
- COMTOIS, Paul: John Tyndall and the floating matter of the air. In: *Aerobiologica* 17, 2001, S. 193–202.
- EHRENBERG, Chr. Gottfried: Passat – Staub und Blut – Regen. Ein großes unsichtbares Wirken und Leben in der Atmosphäre. Berlin 1849.
- GERDES, Paulus: Ethnogeometrie. Kulturanthropologische Beiträge zur Genese und Didaktik der Geometrie. Bad Salzdetfurth 1990.
- HEIDER, Fritz: Ding und Medium. In: *Symposion* Bd. 1. Berlin 1927.
- Isidori Hispalensis Episcopi Etymologiarum Sive Originum, Tomus I–II, Oxford University Press, London 1966.
- JÜTHNER: Artikel KONIS (Staub) in: *Paulys Realencyclopädie der Klassischen Altertumswissenschaft*. Neue Bearbeitung begonnen von Georg Wissowa. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Wilhelm Kroll. 22. Halbband. Stuttgart 1922, Sp. 1312–1315.

- LESZTRE, Henri: **POUSSÉRE** (Staub) in: F. Vigouroux: Dictionnaire De La Bible. Paris 1912, Sp. 588–591.
- MCNEILL, John R.: **Blue Planet**. Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert. Frankfurt am Main, Zürich, Wien 2003 (Originalausgabe 2000).
- LUTHER, Wolfgang (Hg.): **Technological Analysis. Industrial Application of Nanomaterials – Chances and Risks**. Düsseldorf 2004.
- LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm: **Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie**. Herausgegeben von Ernst Cassirer, Bd. II. Hamburg 1906.
- OSTWALD, Wolfgang: **Die Welt der vernachlässigten Dimensionen – eine Einführung in die moderne Kolloidchemie**. Dresden u. Leipzig 1922.
- PARACELUS (Theophrast von Hohenheim): **Astronomia Magna oder Die ganze Philosophia sagax der großen und kleinen Welt**. 1537/38. Theophrast von Hohenheim, gen. Paracelsus **Sämtliche Werke**, Bd. 12. München u. Berlin 1929.
- SCHALLER, Friedrich: **Die Unterwelt des Tierreiches. Kleine Biologie der Bodentiere**. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962.
- TYNDALL, John: **Staub und Krankheit**. In: Ders.: **Fragmente aus den Naturwissenschaften**. Braunschweig 1874, S. 282–402.

ABBILDUNGEN

Die Abbildungen sind entnommen dem Werk von Chr. Gottfried Ehrenberg: **Passat – Staub und Blut – Regen. Ein großes unsichtbares Wirken und Leben in der Atmosphäre** (Berlin 1849). Sie zeigen Mikroskopansichten von Staubproben, die Ehrenberg von Naturforschern und Reisenden aus aller Welt zugesandt wurden. Ehrenberg hat die Proben mikroskopiert und gezeichnet; seine Vorlagen wurden anschließend gestochen. Ehrenbergs Buch markiert den Anfang der naturwissenschaftlichen Staubbeforschung.